

## تقييم مستويات الخدمة على الشوارع الرئيسية في مدينة اللاذقية في ظل الحجر الصحي

د. شذى إبراهيم أسعد\*

(تاريخ الإيداع 1 / 3 / 2021. قُبِلَ للنشر في 12 / 4 / 2021)

### □ ملخص □

مع كل جائحة تضرب العالم يُكتب تاريخ جديد للبشرية، وتُرسَم خارطة مختلفة للتوازنات الاقتصادية والاجتماعية والسياسية للبلدان. لقد تسبب فيروس كورونا المستجد في تغيير كبير لمسار البلدان السياسي والاقتصادي، وبدا التأثير الاقتصادي الفوري للجائحة واضحاً، مما ساهم في وضع خطة طوارئ عالمية وتفعيل الإجراءات الاحترازية والتضامنية، التي من شأنها حماية الاقتصاد من الأضرار المحتملة.

لجأت سورية إلى جميع الأساليب الممكنة لتوعية المواطنين بخطورة هذه الجائحة، واعتمدت أساليب أكثر صرامة في معالجة آثارها، كالحجر الصحي، وخاصةً مع إلغاء الدولة لجميع الفعاليات الثقافية والرياضية والمهرجانات والنّدوات والمعارض وغيرها، وهذا انعكس على الحياة المدنية، وبشكل كبير على حركة النقل على الشوارع المدنية الرئيسية، التي تربط المناطق الحيوية للمدينة، من حيث الحاجيات الغذائية والدوائية والمستشفيات، مما شكّل حالات كثيرة من الازدحامات المرورية الخانقة، ليتدنى مستوى الخدمة عليها بشكل كبير.

يهدف هذا البحث إلى إجراء دراسة للتحقيق في مستويات الخدمة، على شبكات الشوارع الشريانية والتجميعية في مدينة اللاذقية، أثناء فترة الحجر الصحي بسبب أزمة كورونا، وفق مفهوم مستوى الخدمة المقترح في دليل قدرة الطرق السريعة لعام 2000. تمّ استخدام مفهوم المراقب المتحرك " Moving observer " باستخدام جهاز تحديد المواقع العالمي GPS كأداة لتجميع البيانات، لقياس أزمنة الرحلة والسرعة الوسطية على مختلف الشوارع الشريانية والحيوية في مدينة اللاذقية، خلال فترات زمنية مختلفة للذروة قبل موعد الحجر، ومقارنتها مع فترة الجريان الحر، وتمّ العمل على معالجة البيانات وعلى رسم خرائط غرضية، توضّح أزمنة الرحلة على هذه الشوارع في كافة أنحاء المدينة، للتمكّن من تحديد مستوى الخدمة عليها. لقد أظهرت النتائج تدني كبير في مستويات الخدمة لعدد كبير من الشوارع الشريانية والحيوية في المدينة، وكان من الأهمية بمكان دراسة ومناقشة كافة الإجراءات العاجلة المحتملة، للوصول إلى مستوى خدمة مطلوب في فترة الأزمات.

الكلمات المفتاحية: سرعة السفر، زمن التأخير، GIS، GPS، الشوارع الرئيسية، مستوى الخدمة.

\*أستاذ مساعد - قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Assessment Level of Service on Main Streets of Latakia City Under Quarantine Conditions

Dr. Shaza Ebrahim Assaad\*

(Received 1 / 3 / 2021. Accepted 12 / 4 / 2021)

### □ ABSTRACT □

With every pandemic that strikes the world, a new history of humanity is written, a different map is drawn for the economic, social and political balances of countries. The new Corona virus has dramatically changed countries' political trajectory and economy, the immediate economic impact of the pandemic seemed clear, this has contributed to the development of a global contingency plan and the activation of precautionary and solidarity measures, that would protect the economy from potential damage.

Syria has resorted to all possible methods to sensitize citizens to the seriousness of this pandemic, more stringent methods have been adopted to deal with their effects, such as quarantine, in particular, with the abolition by the State of all cultural and sporting events, festivals, seminars, exhibitions, etc, and that's reflected in civic life, and largely on traffic on the main civic streets that connect the vital areas of the city, In terms of food, medicine and hospitals, that's a lot of traffic congestion, the level of service will fall dramatically.

This research is aimed at conducting a study to investigate the levels of service on arterial and colliery street networks in Latakia, during the quarantine period due to the Corona crisis, according to the concept of service level proposed in the Highway Capacity Manual for the 2000. The concept of "moving observer" has been used, using GPS as a data collection tool, to measure journey times and average speed on various arterial and vital streets in Latakia City, during different periods of peak time before the date of the stone, compare it to the period of free run. Data processing and purpose mapping were carried out, it shows the journey times on these streets all over the city, to be able to determine the level of service on it. The results have shown very low levels of service for a large number of vital arterial streets in the city. It was important to study and discuss all possible urgent actions to reach a level of service required in a crisis period.

**Keywords:** Travel speed, Delay Time, GPS, GIS, Main Streets, Level of Service

---

\* Associate Professor- Transportation Engineering Department – Civil Engineering Faculty - Tishreen University – Lattakia – Syria.

**مقدمة:**

يتميز قطاع النقل والمواصلات في معظم الدول النامية ومنها سورية بدور خدماتي للقطاعات الأخرى، ويُعتبر النقل من أهم العوامل المؤثرة على تطور التركيب الداخلي للمدينة. لقد غيرت جائحة كورونا التي اجتاحت العالم، الطريقة التي نعيش وفقها ونعمل بها بصورة متسارعة، وتشير الكثير من التغيرات إلى تأثيرات طويلة الأمد على تخطيط البنية التحتية للمدينة، وعلى مستوى نظام النقل فيها، مما استدعى ضرورة توفّر المرونة والاستعداد اللوجستي، من أجل بقاء المدينة وفعاليتها في مواجهة الكوارث، وهذا يعني ربط مركز المدينة الذي تتوفر فيه الأنشطة الاقتصادية والتجارية، (باعتباره نقطة جذب بالنسبة للأحياء الأخرى)، مع بقية الأحياء والمناطق، بالإضافة إلى أهمية دراسة كيفية التأثير بالمتغيرات والظروف والأزمات الطارئة، وما يعكسه ذلك على الحياة اليومية، مما يسهم في ردف المعنيين بالمعلومات اللازمة.

تُعتبر الاختناقات المرورية ظاهرة خطيرة ومزمنة تعاني منها معظم المدن في البلدان النامية على شوارعها الرئيسية والثانوية، وهناك أسباب كثيرة لهذه الظاهرة، منها بنية هذه المدن وترتيب أحيائها العشوائي، ومنها عدم كفاية المساحة المخصصة لشبكة الشوارع من المساحة الإجمالية للمدينة، بالإضافة إلى اختلاط حركة المركبات بحركة المشاة حتى على الشوارع المرورية الرئيسية، في ظل غياب ممرات آمنة تحقق لهم السلامة، والافتقار إلى التنظيم المناسب لحركة المرور في ظل التوقفات العشوائية للعربات، الأمر الذي يسبب تناقصاً كبيراً في السعة الفعلية للشوارع.

إنّ العمل على إيجاد حلول هندسية فعّالة لواقع نظام النقل والمرور في المدن السورية بكل مشاكله، وبشكل خاص في اللاذقية، أصبح أمراً ملحاً في الآونة الأخيرة، مع ضرورة وضع برامج زمنية لخطة شاملة تعتمد على منهجية علمية دقيقة، وتضبط العملية المرورية من جهة، وتوفّر السلامة المرورية من جهة أخرى، بهدف تحديد أماكن الإعاقات المسببة لأزمة التأخير في حركة العربات، والتي تقلل من مستويات الخدمة على شوارعها.

اعتمدت الطرق التقليدية سابقاً على المعايير لتوثيق الازدحام ولقياس كفاءة الشوارع في المدينة، مما جعلها تفقر إلى الدقة والموثوقية، ومع تطوّر المعرفة العلمية المتعلقة بالدراسات المرورية، ومع تنوّع الدراسات الهندسية التطبيقية، أصبح هناك إمكانية كبيرة لفهم وإجراء عمليات تحليل وضبط لحركات المرور، وذلك باستخدام الـ GPS والـ GIS كبرامج حديثة ومتطورة، تساهم بشكل كبير في إيجاد قاعدة بيانات مستقبلية وفعّالة، مستعينين بالرسوم البيانية والدراسات الإحصائية، [2].

يشكّل مزيج نظام تحديد المواقع العالمي الـ GPS (Global Positioning System)، ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) (Geographic Information System)، شراكة فعّالة على درجة كبيرة من الأهمية، تسهّل على الباحثين والدارسين من المهندسين والمعنيين، جمع البيانات بدقة كبيرة، ومن ثمّ تفسيرها وتحليلها ووضع نتائجها ضمن خرائط رقمية تفصيلية، حيث أنّ نظام تحديد المواقع العالمي يسمح بجمع البيانات بكفاءة عالية، في حين يوفّر نظام المعلومات الجغرافية واجهة تسمح بعرض هذه البيانات مع سماتها المكانية، كما تقوم بعض حزم نظام المعلومات الجغرافية، بإجراء استعلامات على قاعدة البيانات، مما يؤدي إلى عرض النتائج بطريقة رسومية، وبالتالي توفّر هذه التركيبية أداة قوية للغاية يمكن استخدامها في تقييم أي نظام نقل، [3].

**أهمية البحث وأهدافه:**

في ظلّ الأزمات المختلفة ومنها الحجر الصحي الإلزامي، تغيّرت أنماط الحركة للمواطنين على شبكة الشوارع، وتغيّرت بالتالي ساعات الذروة للشوارع الشريانية والشوارع التجميعية في كافة أنحاء المدينة، وتغيّرت اتجاهات الحركة فيها، مع توقّف كافة الفعاليات الانتاجية والاجتماعية وإغلاق كافة الأسواق، ما عدا المحلات التي يستطيع المواطن من خلالها تأمين احتياجاته اليومية من طعام وشراب، نتيجة الحجر الصحي الإلزامي، بالإضافة إلى القيود التي وضعتها الدولة لحماية مواطنيها، خشية الاختلاط وانتشار العدوى، وبالتالي انعكس كلّ ذلك على حركة الناس على الشوارع، التي تركزت بشكل أساسي على الشوارع المؤدية إلى الأسواق، وخلقت نظام جديد، انعكس على السرعة الوسطية وعلى مستوى الخدمة، وسبب اختناقات زادت من أزمته التأخير على بعض الشوارع المؤدية إلى المراكز الحيوية في المدينة، ممّا أثر ذلك على زمن الرحلة وفاقم من الإعاقات، وسبب الكثير من الفوضى، لذلك كان لابدّ من رسم خرائط غرضية، توضّح تأثير مثل هذه الكوارث على حركة النقل والمرور في المدينة، بهدف إيجاد حلول واتخاذ حزمة من الإجراءات الهامة التي تساعد على التخفيف من حدّتها، والتي تعمل على تنظيم الحركة وفق استراتيجية هامة لإدارة الكوارث في المدن، بالإضافة إلى أهمية إيجاد قاعدة بيانات لأنظمة نقل ذكية مستقبلية، تساهم في رفع مستوى الخدمة على الشوارع عند وقوع الأزمات.

**طرائق البحث ومواده:**

يُعتبر زمن الرحلة (Travel time) وتحديد مستوى الخدمة (Level of Service (LOS)، من أهم المقاييس التشغيلية لأداء الشوارع الرئيسية في المدينة، حيث يُعرّف زمن الرحلة حسب HCM2000 بأنه الاختلاف ما بين زمن الرحلة الفعلي المختبر، وما بين زمن الرحلة الذي ينتج من الظروف المثالية، أو الزمن الذي تستغرقه العربة لتجتاز الطريق على كامل قطاعاته المختلفة، متضمنةً زمن العبور عليها وأزمته التأخير، أمّا تحديد مستوى الخدمة حسب صنف الشارع، وحسب معدّل سرعة الرحلة، فإنه يُعتبر المقياس النوعي لظروف حركة المرور، مع الأخذ بعين الاعتبار إحساس السائقين والمستخدمين الآخرين على الطريق، والذي يُقسم إلى 6 مستويات بدءاً من المستوى A، الذي يتميّز بحركة حرة للعربات وإمكانية كبيرة لاختيار السرعات، مع القدرة على المناورة، انتهاءً بالمستوى F، الذي تكون الحركة فيه قسرية والغزارة أكبر من قيمة السعة، حيث تشكّل العربات أرتالاً طويلة تتحرك بهيئة قفزات، [1].

الجدول (1): تقييم مستويات الخدمة على الشوارع الحضرية وفق الـ HCM- 2000، [1].

صنف الشارع المدني	I	II	III	IV
مجال سرعة الجريان الحر (KM/H)	70-90	55-70	50-55	40-55
سرعة الجريان الحر المثالية (KM/H)	80	65	55	45
LOS	السرعة المتوسطة (KM/H)			
A	72<	59<	50<	41<
B	72-56<	59-46<	50-39<	41-32<
C	56-40<	46-33<	39-28<	32-23<

23-18<	28-22<	33-26<	40-32<	D
18-14<	22-17<	26-21<	32-26<	E
14 ≥	17 ≥	21 ≥	26 ≥	F

إنّ العمود الفقري لأيّ نظام متكامل ناجح لإدارة المرور، يتلخّص في توافر بيانات موثوقة ودقيقة وواقعية، ويُعدّ زمن الرحلة وسرعة السفر وأزمنة التأخير، ثلاثة من أهم العوامل المستخدمة في نظام إدارة تكنولوجيا المعلومات، من أجل تحديد الازدحام، ومن أجل قياسه كمياً والتغلب عليه. وقد تمّ تطبيق النظام العالمي لتحديد المواقع، في جمع بيانات عن زمن الرحلة والسرعة وأزمنة التأخير، وأجري تحليل إحصائيّ مقارن بين البيانات التي تم جمعها، وبين البيانات التي يجمعها النظام التقليدي في آن واحد. وقد أثبتت بيانات النظام العالمي لتحديد المواقع، أنّها دقيقة وأكثر كفاءة من النظام التقليدي بنسبة 50%، [4].

إنّ استخدام بيانات زمن الرحلة وأزمنة التأخير، المستخلصة من أداة نظام تحديد المواقع العالمي، لتحديد المسار الأمثل ولتحديد المواقع على شبكة مكتظة بالعربات، تُمكن المتقل من اتخاذ خيارات ذكية فيما يتعلق بطريقه، حيث يتمّ استيراد بيانات زمن الرحلة وأزمنة التأخير، على شكل جداول Microsoft Access إلى نظام المعلومات الجغرافية وبرمجتها، ويتمّ تطوير أداة مستخدمة مكتوبة بلغة Visual Personal Basic، التي توفّر للمستعمل الطريق الأمثل بين نقطتين، يتم اختيارهما في الشبكة، وتحسب زمن الرحلة اللازم لعبور المسار، واحتمال التأخير في السير عليه، [5].

إنّ البيانات المكانية هي العنصر الحاسم في نظم المعلومات الجغرافية، والمصادر الهامة للبيانات المكانية هي الملفات والخرائط الرقمية التي يمكن رقمنتها وتحويلها إلى أشكال متوافقة مع تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية، لأهداف مختلفة، منها نظام تتبّع المركبات لإدارة الأسطول، ونظم الملاحة بالمركبات، ودراسات زمن الرحلة على الشبكات الطرقية، [6]. يمكن استخدام متوسط سرعة السفر في قطاعات الشوارع كمقياس للفعالية من بيانات السرعة التي يتمّ جمعها، باستخدام جهاز استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)، بهدف تحديد معايير مستوى الخدمة، حيث يتمّ تطبيق التجميع الهرمي (HAC) على متوسط سرعات السفر، لتحديد نطاقات السرعة في الشوارع الحضرية، وتصنيف الشوارع وفق مستويات الخدمة LOS، ومن ثمّ مقارنتها مع القيم المحددة في HCM (2000)، [7].

من المهم بالنسبة لمهندسي ومخططي المرور أن يفهموا ويقيّموا نوعية الخدمات التي تقدمها مرافق النقل، وقد تمّ وضع الأسس لتقدير مستوى الخدمة، عن طريق جمع بيانات المرور واستخدام برامج HCS 2010 المحدثة، لتقييم وتحسين مستوى الخدمة وظروف المرور في كل قطاع من قطاعات الطرق، مع وضع خطط مستقبلية قصيرة الأجل وبعيدة الأجل، لتحسين الأجزاء التي كانت تعمل في مستويات خدمة منخفضة، من خلال تعديل الظروف الهندسية وظروف المرور، [8].

#### حساب زمن الرحلة وزمن التأخير باستخدام الـ GPS والـ GIS

يوفّر استخدام "نظام التموضع العالمي" (GPS)، فعاليتاً متزايدة وسلامة عالية لوسائل النقل التي تستخدم الطرق السريعة وأنظمة النقل العام، ويساعد على مسح شبكات الشوارع مع محطات الخدمة والصيانة والطوارئ وممرات الدخول والخروج، عن طريق تحديد الموقع بدقة وبإحكام عاليين، بواسطة أجهزة الاستقبال الخاصة به، وحساب المسافات إلى عدد من الأقمار الصناعية التي تحيط بالأرض، ومن ثمّ إجراء حساب التثليث لتحديد موضع جهاز الاستقبال، في حين تسمح أنظمة المعلومات الجغرافية GIS، بتخزين وتجميع البيانات المكانية، وإعادة تهيئتها وتحريرها

وإجراء التحليلات المكانية عليها، ويعرضها ضمن قاعدة معلوماتية من المعرفة، عن طريق إنتاج خرائط غرضية مرّمة، تسمح بقراءة صحيحة لها وبوضع الاستنتاجات اللازمة، وبالتالي وضع الحلول المثلى، [9].

لاحظ الباحثون أهمية زمن الرحلة وزمن التأخير على الشوارع، وأصبحت الدراسات المتعلقة بهما مستخدمة بشكل كبير في توثيق الازدحام، حيث أنّها تساعد مهندسي المرور على تمييز المشاكل المتعلقة بقطاعات مختلفة منها، والتي قد تحتاج إلى اهتمام خاص، بهدف تحسين مستوى السلامة عليها عند تعرّضها لغزارات مرورية كبيرة، إذ تعتبر سرعة الرحلة مقياس مباشر لازدحام الطريق، وتقيد معطياتها عند دراسة أحوال شبكة الطرق، وعند ضرورة اتخاذ قرارات مناسبة لتحويل التدفق المروري من طريق لآخر، عندما تقتضي الحاجة إلى ذلك، [10].

أمّا معطيات زمن التأخير، فهي تقدّم معلومات مفيدة لتحديد أولويات التطوير، حيث يحدث التأخير الثابت Delay Fixed عند التقاطعات، بغض النظر عن وجود ازدحام أم لا، أمّا التأخير التشغيلي (Operational Delay)، فهو ينتج عن علاقة متبادلة بين تأخير حجم المرور وبين حالة الطريق، ومن أهم أسبابه زيادة حجم المرور وحركة المشاة، [11].

من العوامل المؤثرة على حركة العربات على الشوارع الشريانية الحضرية، هي وجود إشارات المرور التي تحكم تدفق المركبات التي تدخل إلى قطاع شرياني والتي تخرج منه، وبالتالي فإن أداء الشارع الشرياني يتأثر في الغالب بالتأخيرات الناتجة عن إشارات المرور، لذلك فإن جمع بيانات وقت السفر على الطرق الشريانية، باستخدام مستندات GPSINOM لعربات الاختبار، سمح بوضع مقاييس للأداء على هذه الشوارع، اعتماداً على متوسط سرعة السفر ومتوسط أزمّة التأخير، [12].

يعتبر زمن الرحلة هو أحد أهم التدابير الهامة لتقييم أداء شبكات الطرق، ولإدارة الازدحام على الشوارع الحضرية، حيث يمكن استخدام طريقة السيارات المتوسطة لجمع بيانات زمن الرحلة على شبكات الطرق الشريانية خلال ساعات الذروة الصباحية، باستخدام مركبات مجهزة بأجهزة استقبال للنظام العالمي لتحديد المواقع، وقد استخدم مفهوم مستوى الخدمة المقترح في دليل سعة الطرق السريعة لعام 2000، لتحديد مستوى الازدحام على الطرق الشريانية اعتماداً على مؤشر الازدحام، [13].

يمكن تصنيف الشوارع وسرعات السفر المتوسطة في قطاعات الشوارع إلى فئات وفق مستويات الخدمة، بالنسبة لتدفق حركة المرور غير المتجانس في الشوارع الحضرية، عن طريق التحليل وفق خوارزمية (DIANA)، التي تستخدم التصنيف لكمية كبيرة من بيانات السرعة، التي يتم جمعها باستخدام جهاز استقبال نظام تحديد المواقع، لتحديد النطاقات لمستويات الخدمة LOS المختلفة، [14].

يُعدّ تحقيق زمن السفر السريع والموثوق به في شبكة الطرق الحضرية، أحد الأهداف الرئيسية لمخطط النقل في معظم المدن الحضرية، ويمكن وضع نموذج مناسب لتقدير السفر على الطرق، باستخدام منحنيات الانحدار الخطي للوصول، بعد تحديد السمات الزمنية للسفر مثل: الحركة الغير متجانسة، الاحتكاك على جانبي الطرق، وتقاطعات الشوارع المتكررة، مع الإشارة إلى خصائص محددة لتحقيق أثر هذه الخصائص على وقت السفر، بغية اقتراح تدابير معينة للتحسين، [15].

#### موقع منطقة البحث:

تناول البحث الشوارع الشريانية والشوارع المجمعّة الرئيسية في مدينة اللاذقية، التي تصل مركز المدينة التجاري والحيوي، حيث تتجمّع كافة الفعاليات الاقتصادية والتجارية فيها، مع كافة المناطق وفي كافة الاتجاهات، كما أنّها تتميز بالحجوم المرورية المرتفعة، خصوصاً في أوقات الذروة. تمّ اختيار 32 شارعاً شريانياً ورئيسياً في المدينة، حيث تتباين الخصائص الهندسية لهذه الشوارع بشكل كبير فيما بينها، حتى ضمن الشارع نفسه، من حيث (الطول، عدد



### جمع البيانات :Collection Of Data

تم جمع البيانات الهندسية الضرورية اللازمة لعملية التقويم، والتي تتمثل بالخصائص الهندسية للشوارع والقطاعات وتشمل طول الشارع، اتجاهات الحركة، عدد الحارات المرورية، وعرضها، بالإضافة إلى السرعة المسموحة، وهذا ما يبينه الجدول (2).

الجدول (2): البيانات الهندسية للشوارع المدروسة في مدينة اللاذقية

الشارع عرض	عدد الحارات	السرعة المسموحة، Km/h	الطول / متر	اتجاه الشارع	الحركة	اسم الشارع
12	3	45	1050	جنوب - شمال	اتجاه واحد	بغداد
20	5	45	1275	جنوب - شمال	اتجاه واحد	8 آذار
12	3	45	362	شمال - جنوب	اتجاه واحد	القوتلي
12	3	45	1837	شمال - جنوب	اتجاه واحد	عمر بن الخطاب
24	6	45	903	شرق - غرب	اتجاهين	المغرب العربي
12	3	45	840	شرق - غرب	اتجاهين	14 رمضان
12	3	45	669	جنوب - شمال	اتجاه واحد	أنطاكية
12	3	45	472	شمال - جنوب	اتجاه واحد	أبو فراس
24	6	45	2577	شمال - جنوب - غرب	اتجاهين	العروبة
24	6	45	536	جنوب - غرب	اتجاهين	بيروت
12	3	45	395	شرق - غرب	اتجاه واحد	اليرموك
12	3	45	992	غرب - شرق	اتجاه واحد	عبد الرحمن الغافقي
15	4	45	365	شرق - غرب	اتجاه واحد	القدس
24	6	45	1505	شمال - جنوب - غرب	اتجاهين	بور سعيد
24	6	45	1959	شمال - جنوب	اتجاهين	جمال عبد الناصر
28	8	45	788	شمال - جنوب	اتجاهين	سوريا
24	6	45	680	جنوب - شمال	اتجاهين	نديم حسن
24	6	45	446	شرق - غرب	اتجاهين	المدينة المنورة
30	8	60	1090	شرق - غرب	اتجاهين	عبد القادر الحسيني
20	6	45	1050	شمال - جنوب	اتجاهين	16 تشرين
30	8	45	1290	شرق - غرب	اتجاهين	حلب
28	6	45	320	شرق - غرب	اتجاهين	طرابلس
30	6	45	2190	شمال - جنوب	اتجاهين	الجمهورية
40	8	60	1920	شمال - جنوب	اتجاهين	الثورة
32	6	60	1610	شرق - غرب	اتجاهين	الشيخ صالح العلي
32	6	45	400	شرق - غرب	اتجاهين	المحبة
28	6	45	1260	شمال - جنوب	اتجاهين	غسان حروفش
24	6	45	1300	شمال - جنوب	اتجاهين	زكي الأرسوزي
22	6	60	780	شمال - جنوب	اتجاهين	الأرجوان
28	6	45	350	شمال - جنوب	اتجاهين	الجزائر
10	3	45	1320	جنوب غربي	اتجاه واحد	السابع من نيسان
12	3	45	360	شرق - غرب	اتجاه واحد	علي بن أبي طالب

أما البيانات المرورية، فقد تضمنت عملية جمعها، القيام بالعديد من الأعمال والقياسات الحقلية والإحصاءات المرورية المتكررة خلال ساعات متفاوتة ضمن فترات الذروة وخارجها، حيث يتم تحميل بيانات النظام العالمي لتحديد المواقع (الإحداثيات والزمن لكل رحلة مسح)، وتحويلها إلى ملف MS Excel، وهذا يتيح إجراء تحليل أيسر للبيانات وتحقيق نتائج أكثر دقة، ومن ثم تحويلها إلى برنامج الـ GIS للحصول على البارامترات اللازمة في تحليل كل أثر للرحلة.

#### المنهجية والأجهزة المستخدمة والبرمجيات:

تمّ قياس السرعة للجريان الحر والسرعة في أوقات مختلفة من الذروة باستخدام ميزة تحديد المواقع الـ GPS الموجودة في الهواتف المحمولة من برامج (GPS Utilities)، التي تُستخدم لنقل البيانات من وحدة النظام العالمي لتحديد المواقع، ومن ثم تُستخرج البيانات بشكل جدولي بعد إجراء التصحيحات اللازمة (مثل إزالة النقاط الشاذة)، وتقطيع الرحلة إلى شوارع مباشرة على الخريطة، ومن ثم تُحوّل الملفات إلى ملفات أكسل (CSV)، بالإضافة إلى قياس السرعات اللحظية كلّ عدة ثواني، وأزمنة الرحلة على كافة الشوارع المدروسة وفي الأوقات المختلفة، وبمعدل 3 قياسات للشوارع الواحد في كل توقيت تم اختياره، ليتمّ الحصول على القيمة الوسطية، ويبيّن الجدول (3) نموذجاً للسجل الخاص بإحدى هذه الرحلات لشوارع أنطاكية أثناء ساعة الذروة ما بين 13:00 و 14:00، موضّحاً عليه جميع البارامترات التي يقوم جهاز الـ GPS بتسجيلها وحفظها في ملفات رقمية، يمكن معالجتها لاحقاً ببرامج معروفة مثل الـ Excel و الـ GIS، حيث يمكن من خلال معالجة البيانات تحديد أماكن التوقفات نتيجة الإغلاقات المختلفة، أو نتيجة الإشارات الضوئية على التقاطعات أو لأسباب أخرى، [16].

الجدول (3): ملفات إكسل CSV الخاصة بتسجيل رحلة على شارع أنطاكية أثناء ساعة الذروة ما بين 13:00 و 14:00 بتاريخ 16-4-2020م

Date/time	Latitude	Longitude	Elevation (m)	Speed (km/h)	Heading	Leg length (m)	From start (km)	Elapsed time, sec
4/16/2020 13:01	35.52256	35.77805	51.6	0	0	0	0	0:00:00
4/16/2020 13:01	35.52258	35.77803	51.6	8.3	321	2.3	0.002	0:00:01
4/16/2020 13:01	35.52259	35.77802	51.6	5.6	316	1.6	0.004	0:00:02
4/16/2020 13:01	35.5226	35.77801	51.9	6.1	328	1.7	0.006	0:00:03
4/16/2020 13:01	35.52262	35.778	51.3	9.1	345	2.5	0.008	0:00:04
4/16/2020 13:01	35.52265	35.778	51.4	10.4	358	2.9	0.011	0:00:05
4/16/2020 13:01	35.52267	35.77801	51.6	9.6	6	2.7	0.014	0:00:06
4/16/2020 13:01	35.5227	35.77801	51.5	10.5	7	2.9	0.017	0:00:07
4/16/2020 13:01	35.52272	35.77801	51.7	8.1	7	2.2	0.019	0:00:08
4/16/2020 13:01	35.52274	35.77802	51.7	7.4	13	2.1	0.021	0:00:09

تم تنفيذ القياسات عن طريق القيام برحلات متعددة في فترة الجريان الحر (بين الساعة 5:00 و 6:00 صباحاً) لتقدير قيم سرعة الجريان الحر (FFS) (Free Flow Speed) على الشوارع جميعها، ويبيّن الجدول (4) نموذجاً عنها على شارع حلب. وبشكل مشابه تمّ القيام برحلات في ساعة الذروة النهارية الصباحية ما بين 10:00 و 11:00، وساعة الذروة ظهراً ما بين 13:00 و 14:00، وبعد الظهر ما بين الساعة 16:00 و 17:00 قبل موعد الحظر القسري المفروض في الساعة 18:00، مع تنفيذ عدّة رحلات لكل شارع في كل توقيت، (على الأقل 3 رحلات)،

للتوصل إلى تقدير القيم الوسطية لزمن الرحلة وسرعة السفر وفق المقاطع على كل شارع، ولضمان الدقة وعدم تأثر هذه القياسات بأي من المسببات الطارئة، التي قد تتجم عن عدة ظواهر مثل الحوادث مثلاً.

الجدول (4): ملفات إكسل CSV الخاصة بتسجيل رحلة على شارع حلب أثناء الجريان الحر (FFS) بتاريخ 9-4-2020م

Date/time	Latitude	Longitude	Elevation (m)	Speed (km/h)	Heading	Leg length (m)	From start (km)	Elapsed time, sec
4/9/2020 5:21	35.52532	35.79755	87.8	0	0	0	0	0:00:00
4/9/2020 5:21	35.52539	35.79765	75.5	13.6	50	11.4	0.011	0:00:03
4/9/2020 5:21	35.52543	35.7978	72.9	26.3	72	14.6	0.026	0:00:05
4/9/2020 5:21	35.52544	35.79792	72.7	38.4	83	10.7	0.037	0:00:06
4/9/2020 5:21	35.52544	35.79803	72.5	36.5	87	10.1	0.047	0:00:07
4/9/2020 5:21	35.5255	35.79812	70.8	36.9	53	10.2	0.057	0:00:08
4/9/2020 5:21	35.52554	35.79824	70.7	43.1	68	12	0.069	0:00:09
4/9/2020 5:21	35.52557	35.79838	71.3	45.1	72	12.5	0.082	0:00:10
4/9/2020 5:22	35.5256	35.79849	69.9	38	70	10.6	0.092	0:00:11
4/9/2020 5:22	35.52563	35.79863	68.4	46.6	76	12.9	0.105	0:00:12
4/9/2020 5:22	35.52566	35.79876	67.4	44.1	75	12.2	0.117	0:00:13
4/9/2020 5:22	35.52569	35.79889	67	44.8	72	12.4	0.13	0:00:14

بعد استخراج البيانات الرسومية والجدولية من جهاز تحديد المواقع العالمي ومعالجتها لاحقاً، تمكنا وباستخدام برنامج الـ Excel من رسم المخططات المختلفة (**Distance-Speed and Distance-Time**)، بالإضافة إلى إجراء الحسابات اللازمة لتقدير قيمة السرعة الوسطية وقيمة زمن الرحلة على كامل الشارع، بهدف تحديد مستوى الخدمة، كما تم استخدام برنامج الـ ArcGIS لتحليل البيانات وإظهار المخططات والنتائج، لكامل شبكة الشوارع المدروسة في البحث، [18].

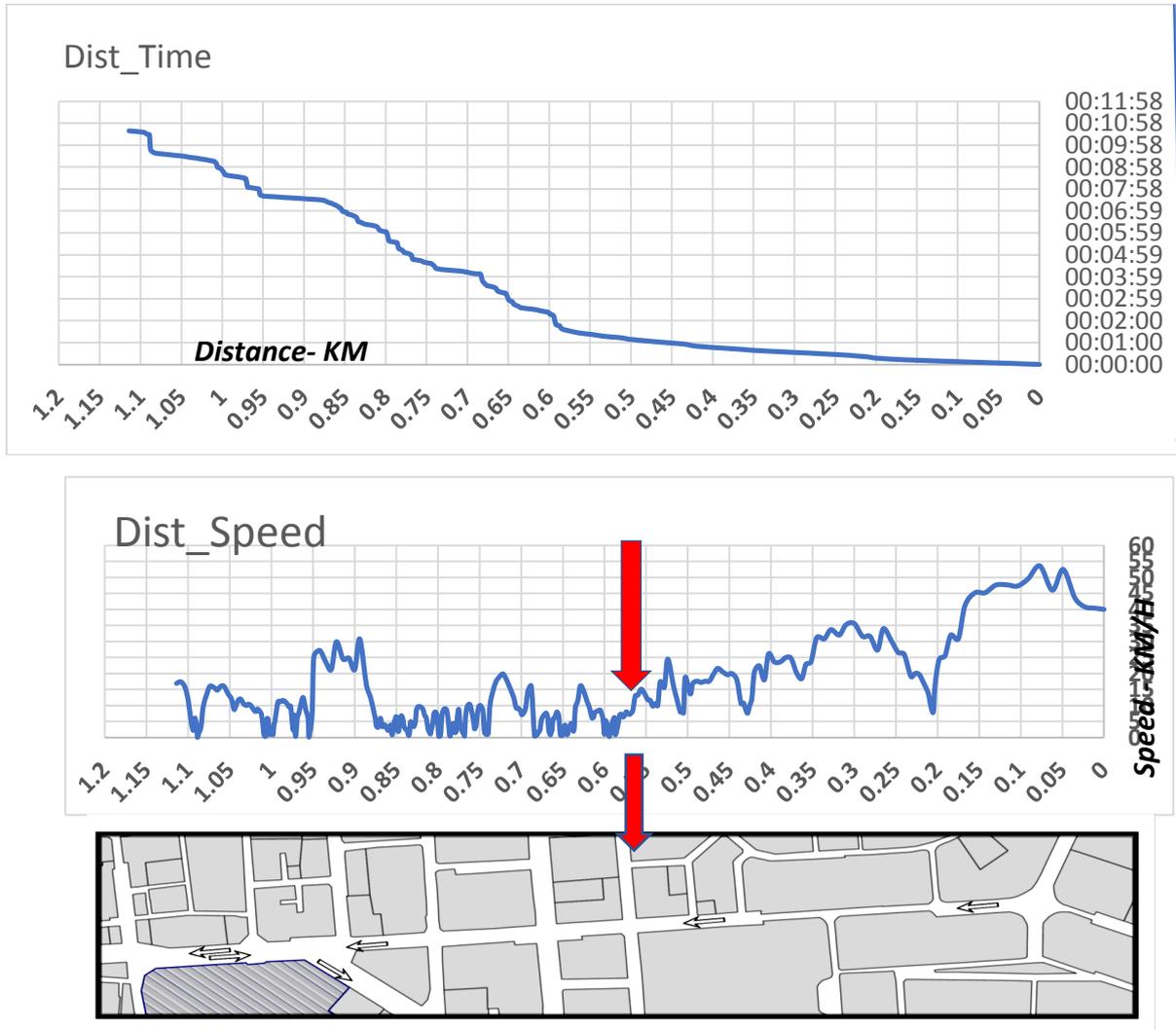
### النتائج والمناقشة:

بعد الحصول على المعطيات النهائية المتعلقة بزمن الرحلة والسرعة اللحظية على جميع الشوارع، ومن ثم استنتاج السرعة الوسطية لهذه الشوارع جميعها، تمت المعالجة الأولية لكل شارع وتم تحديد مواقع انخفاض قيم السرعة ومواقع التوقفات (زمن التأخير)، وذلك على مقاطع مختلفة من هذه الشوارع، وبالتحليل يمكن ربط هذه التغيرات مع المواصفات الهندسية لكل شارع والحالة التشغيلية له، واستنتاج الأسباب المؤدية إلى هذه الاختناقات، ويبين الشكل (3) مخطط (المسافة - السرعة) ومخطط (المسافة - الزمن) لشارع بغداد، مع أماكن حدوث الاختناقات على الشارع، في ساعة الذروة ما بين الساعة 13:00 و 14:00.

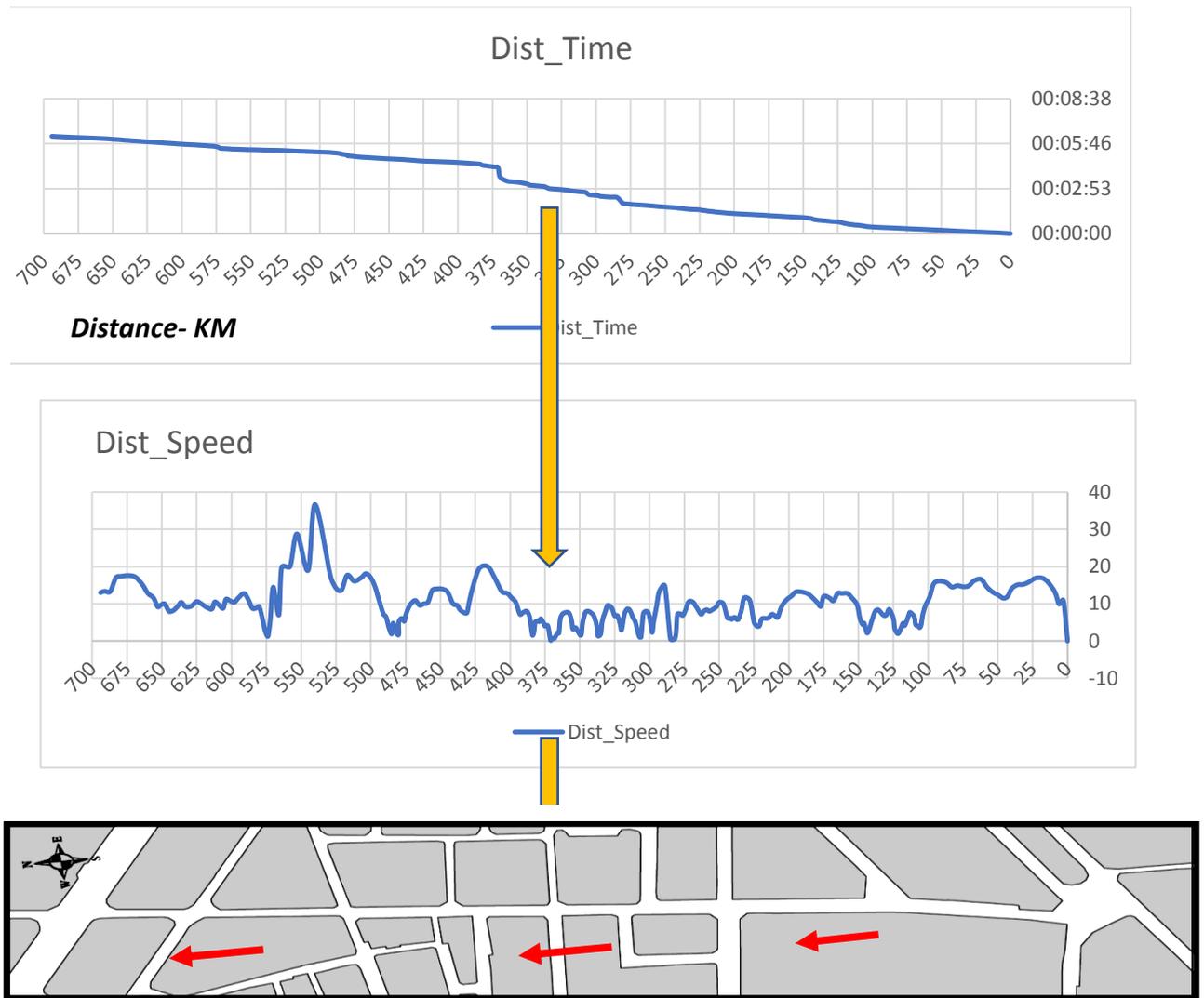
كما يبين الشكل (4)، مخطط (المسافة - السرعة) ومخطط (المسافة - الزمن) لشارع أنطاكية، مع أماكن حدوث الاختناقات على هذا الشارع، في ساعة الذروة ما بين الساعة 10:00 و 11:00.

أظهر تحليل الشكل (2) لإحدى الرحلات في ساعة الذروة ما بين الساعة 13:00 و 14:00 على شارع بغداد ذي الاتجاه الواحد، على حدوث انخفاضات حادة في السرعة، مع توقف بعد مسافة 500 متر من بداية الشارع، ومع سرعة

منخفضة أقل من 15Km/h على امتداد لا يقل عن 300m من طول الشارع. وبالمقارنة مع المسقط الأفقي للشارع يتبين أن انخفاض السرعة الشديد يظهر قبل الوصول إلى تقاطع نقابة المهندسين، المنظم بالإشارة الضوئية. من تحليل هذه المخططات، يمكن اتخاذ إجراءات مناسبة لزيادة السرعة على هذا القطاع، بحيث يمكن تعديل زمن الإشارة الضوئية لتسمح بتمرير أكبر قيمة من الغزارات على هذا المقطع من الشارع. ومن تحليل مخططات الحركة على شارع أنطاكية في ساعة الذروة ما بين الساعة 10:00 والساعة 11:00، كما هو موضح في الشكل (3)، نجد أن السرعة اللحظية وسطياً لا تتجاوز 10 كم/سا على امتداد أكبر من 350 متر من بداية الشارع، حيث يتقاطع الشارع مع عدة شوارع فرعية (دخول إلى الشارع وخروج منه)، تعرقل الحركة بشكل كبير، بالإضافة إلى وقوف العربات من الطرفين، مع حركة مشاة كثيفة تمنع العربات من الحركة بالسرعة المناسبة. من خلال مجمل البيانات الخاصة بالرحلات، التي تم تسجيلها وتحليلها للشوارع المدروسة في مدينة اللاذقية (32 شارعاً شريانياً ورئيسياً)، وبعد حساب زمن الرحلة وأزمنة التأخير، تمكنا من استنتاج السرعة الوسطية الفعلية على طول كل شارع من هذه الشوارع، في ساعات الذروة المختلفة، وهذا ما يوضحه الشكل (4).

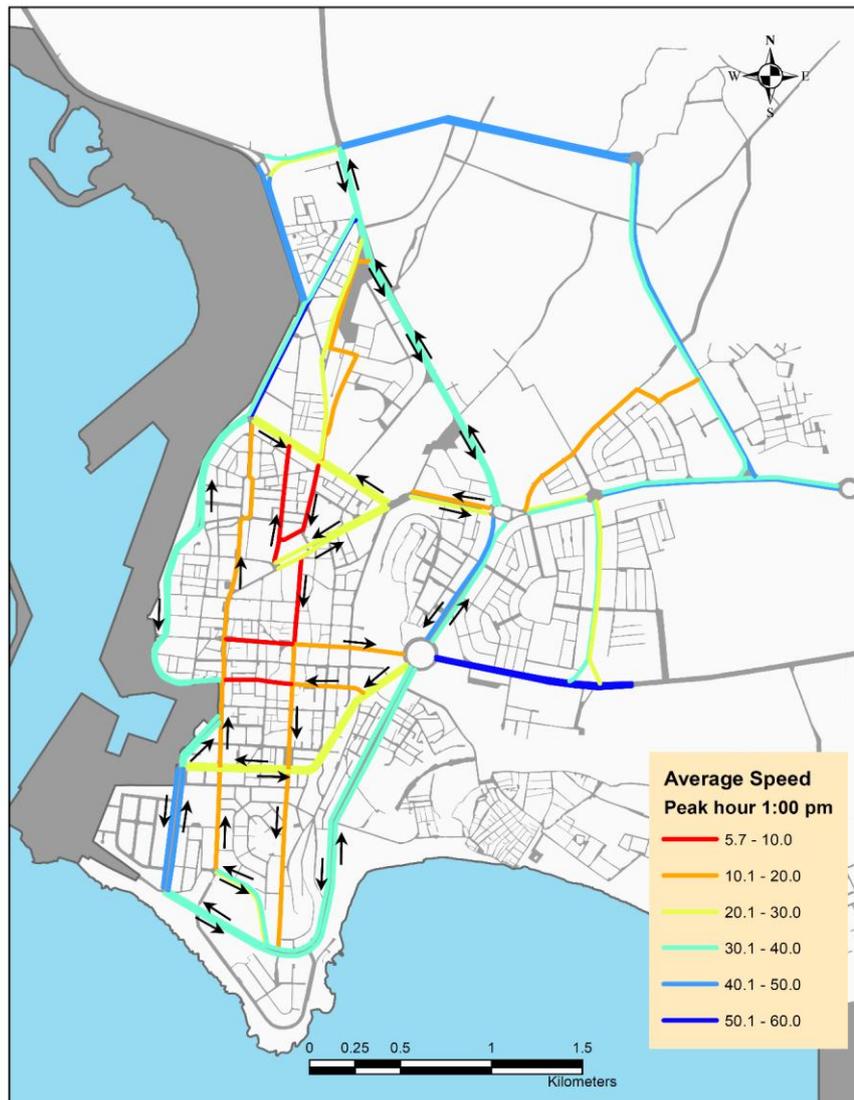


الشكل (2): شارع بغداد (مخططات تغير المسافة- الزمن، والمسافة - السرعة)



الشكل (3): شارع أنطاكية (مخططات تغير المسافة- الزمن، والمسافة - السرعة)

نلاحظ من الشكل (4) تدني قيم السرعة الوسطية في الشوارع (القدس، اليرموك، القوتلي، أنطاكية، أبو فراس الحمداني)، إلى أقل من 10 km/h، بينما لا تتجاوز السرعة 30 km/h على شارع بور سعيد، المغرب العربي، 14 رمضان، 16 تشرين)، وتحقق الشوارع (عبد القادر الحسيني، صالح العلي، نديم حسن) سرعة قريبة من السرعة المسموحة 45km/h. كما تم استنتاج مستويات الخدمة لكل شارع اعتماداً على منهجية HCM2000، بدءاً من المؤشر A عند القيمة الأعلى وحتى المستوى F عند القيمة الأدنى، حيث قمنا بحساب مؤشر أداء السرعة لشبكة الشوارع المدروسة من علاقة مؤشر أداء السرعة، باعتبار أن (مؤشر أداء السرعة  $i$  = سرعة الرحلة ساعة الذروة / السرعة أثناء الجريان الحر)، ويبين الجدول (5) قيم لهذه المؤشرات.



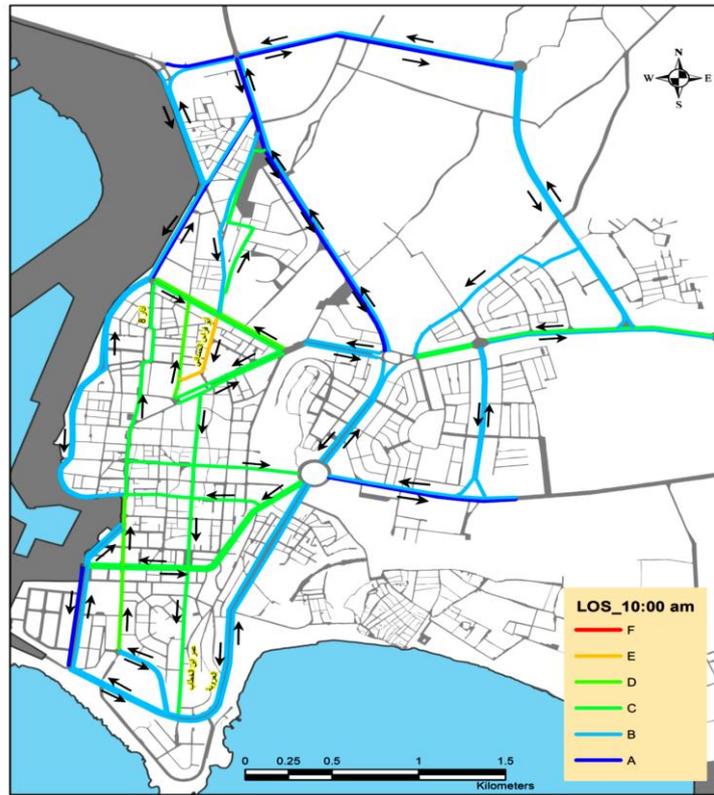
الشكل (4): مخطط السرعة الوسطية على الشوارع في ساعة الذروة 13:00 - 14:00

الجدول (5): قيم سرعة الجريان الحر وقيم السرعة الوسطية في ساعات الذروة لكافة الشوارع المدروسة

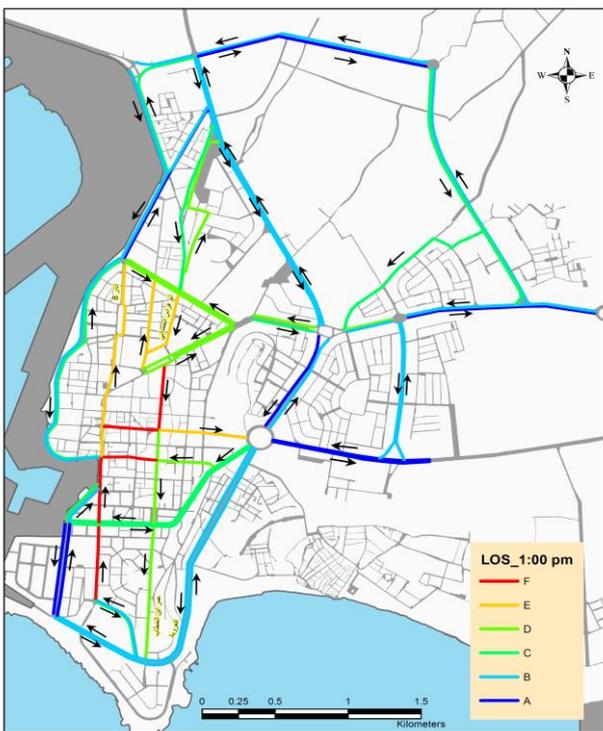
NAME	TYP E	Length KM	Free_F low vff Km/h	Avg_v 10:00 am Km/h	Avg_v 13:00 pm Km/h	Avg_v 16:00 pm Km/h	i 10:00 am	i 13:00 pm	i 14:00 pm
بغداد	in	1048.29	44.94	22.84	13.02	22.88	0.51	0.29	0.51
8 آذار	out	1491.25	38.92	24.48	15.43	21.60	0.63	0.40	0.56
القوتلي	in	479.62	40.87	21.77	8.57	13.59	0.53	0.21	0.33
عمر ابن الخطاب	out	1705.31	32.42	22.53	16.20	14.13	0.69	0.50	0.44
المغرب العربي	in	865.71	45.00	18.80	20.33	34.47	0.42	0.45	0.77
المغرب العربي	out	862.66	45.00	24.59	21.28	21.69	0.55	0.47	0.48
14 رمضان	in	679.77	45.00	26.10	22.18	23.59	0.58	0.49	0.52
14 رمضان	out	693.00	45.00	27.48	22.48	19.24	0.61	0.50	0.43
أنطاكية	out	650.67	29.30	12.10	9.14	7.72	0.41	0.31	0.26
أبو فراس الحمداني	in	510.19	18.97	7.68	7.55	6.94	0.41	0.40	0.37
العروبة	in	2557.54	45.00	37.92	33.79	30.10	0.84	0.75	0.67
العروبة	out	2612.84	45.00	38.49	35.69	32.62	0.86	0.79	0.73

NAME	TYP E	Length KM	Free_F low vff Km/h	Avg_v 10:00 am Km/h	Avg_v 13:00 pm Km/h	Avg_v 16:00 pm Km/h	i10:00 am	i 13:00 pm	i 14:00 pm
بيروت	in	536.24	40.89	34.86	32.70	29.70	0.85	0.80	0.73
بيروت	out	532.25	42.75	31.48	26.73	26.12	0.74	0.63	0.61
اليرموك	in	395.88	38.28	22.75	19.00	23.48	0.59	0.50	0.61
الغافقي	out	590.95	36.22	19.83	11.78	17.53	0.55	0.32	0.48
القدس	out	363.78	36.36	25.75	9.83	26.81	0.71	0.27	0.74
بور سعيد	in	1488.61	36.09	24.69	20.02	14.36	0.68	0.56	0.40
بور سعيد	out	1508.18	36.87	23.42	21.46	19.46	0.63	0.58	0.53
جمال عبدالناصر	in	1967.03	45.00	36.72	33.47	34.88	0.82	0.74	0.77
جمال عبدالناصر	out	1934.98	45.00	35.94	30.61	32.70	0.80	0.68	0.73
سوريا	in	770.07	45.00	36.99	42.26	36.39	0.82	0.94	0.81
سوريا	out	773.52	45.00	34.02	38.85	37.19	0.76	0.86	0.83
نديم حسن	in	689.37	45.00	40.59	42.01	40.27	0.90	0.93	0.89
نديم حسن	out	671.44	45.00	43.14	42.92	33.99	0.96	0.95	0.75
المدينة المنورة	in	424.60	45.00	32.42	19.83	38.87	0.72	0.44	0.86
المدينة المنورة	out	427.60	45.00	36.16	28.11	34.28	0.80	0.63	0.76
عبدالقادر الحسيني	out	1090.47	49.98	49.36	52.63	51.27	0.99	1.05	1.03
عبدالقادر الحسيني	in	1086.86	53.28	47.16	50.41	47.86	0.88	0.95	0.90
16 تشرين	out	1050.74	43.55	34.93	32.19	29.66	0.80	0.74	0.68
16 تشرين	in	1036.90	40.84	34.41	29.47	31.16	0.84	0.72	0.76
حلب	out	1285.00	45.00	40.55	44.60	47.73	0.90	0.99	1.06
حلب	in	1295.15	45.00	28.85	34.05	40.92	0.64	0.76	0.91
طرابلس	in	320.36	45.00	30.90	20.51	25.69	0.69	0.46	0.57
طرابلس	out	316.88	45.00	30.28	33.21	30.42	0.67	0.74	0.68
الجمهورية	out	2192.67	45.00	38.82	36.08	30.50	0.86	0.80	0.68
الجمهورية	in	2189.76	45.00	44.98	35.38	29.83	1.00	0.79	0.66
الثورة	in	1918.36	56.83	51.57	42.41	43.50	0.91	0.75	0.76
الثورة	out	1923.37	58.13	45.12	30.73	45.55	0.78	0.53	0.78
صالح العلي	in	1613.24	47.27	39.04	42.91	40.47	0.83	0.91	0.86
صالح العلي	out	1602.06	50.40	49.85	48.69	39.66	0.99	0.97	0.79
المحبة	in	406.73	45.00	33.91	29.45	37.89	0.75	0.65	0.84
المحبة	out	384.89	46.94	47.42	39.13	34.27	1.01	0.83	0.73
غسان حرفوش	out	1238.13	45.00	43.20	51.62	40.97	0.96	1.15	0.91
غسان حرفوش	in	1260.29	45.00	36.50	39.31	38.52	0.81	0.87	0.86
زكي الأرسوزي	out	1348.68	36.88	23.60	17.89	22.44	0.64	0.49	0.61
زكي الأرسوزي	in	1261.42	34.75	25.95	24.19	23.48	0.75	0.70	0.68
الأرجوان	out	708.10	63.97	53.65	45.41	49.70	0.84	0.71	0.78
الأرجوان	in	788.59	57.08	41.15	43.52	47.02	0.72	0.76	0.82
الجزائري	out	350.02	45.00	34.73	30.77	38.77	0.77	0.68	0.86
الجزائري	in	310.23	45.00	39.79	35.04	35.04	0.88	0.78	0.78
السابع من نيسان	in	1323.33	32.92	25.93	19.40	19.58	0.79	0.59	0.60
علي بن ابي طالب	in	361.20	31.67	19.86	5.72	8.19	0.63	0.18	0.26

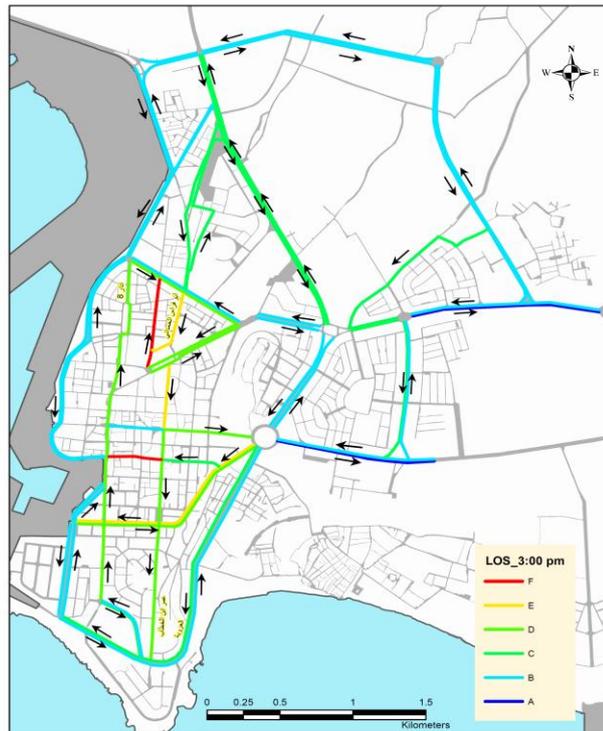
تبيّن الأشكال (5)، (6)، (7)، مخطط لشبكة الشوارع المدروسة بعد تحليل البيانات وإدخالها على بيئة الـ GIS لمستويات الخدمة المختلفة، وفق ساعات الذروة الصباحية من 10:00- 11:00، وساعة الذروة ظهراً من 13:00 - 14:00 وساعة ما بعد الظهر من 16:00 - 17:00، قبل موعد الحظر الإجباري بهدف منع الحركة على الشوارع.



الشكل (5): مخطط مستويات الخدمة على شوارع المدينة في الساعة 10:00 am



الشكل (6): مخطط مستويات الخدمة على شوارع المدينة في الساعة 13:00 pm



الشكل (7): مخطط مستويات الخدمة على شوارع المدينة في الساعة 16:00 p

## الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- مكّنت الدراسة من وضع خارطة للسرعات الوسطية في ساعات الذروة النهارية والمسائية لشوارع مدينة اللاذقية الشريانية والرئيسية، والتي تربط مركز المدينة التجاري والحيوي مع باقي المناطق الإدارية والسكنية.
- 2- وفّرت نتائج الدراسة معطيات لوضع خارطة خاصة بمستويات الخدمة على شبكة الشوارع الهامة في مدينة اللاذقية، بهدف تقييمها واتخاذ الإجراءات اللازمة لتحسين مستوى الأداء على بعض منها، ضمن برنامج كامل عن إدارة الكوارث، ووفق منهجية واضحة وقابلة للتطبيق.
- 3- تسمح طريقة المراقب المتحرك باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي الـ GPS، بالتكامل مع أنظمة المعلومات الجغرافية GIS، بإنجاز دراسات تفصيلية للحركة على شوارع المدينة، وتحديد أماكن الاختناقات ومسبباتها، مع مخططات مكانية تظهر أماكن نقاط الضعف في الشبكة بشكل دقيق.
- 4- أظهرت نتائج الدراسة، ضرورة اتخاذ الإجراءات اللازمة لرفع مستويات الخدمة على بعض القطاعات التابعة لشوارع مدينة اللاذقية، ذات الدور الحيوي والرابط للأحياء السكنية، مع مواقع المستشفيات والفعاليات الهامة في المدينة، لتحقيق التوازن ما بين سرعات العربات عليها في ساعة الذروة، حيث كانت أزمّة التوقف عندها كبيرة.
- 5- ضرورة تأمين مواقف سيارات طابقية أو تحت- أرضية، لتقليل من إشغالات شوارع الوسط التجاري للمدينة بالعربات المركونة، وتقليل الوقوف الجانبي العشوائي على الطرق الشريانية، بهدف إيجاد حلول سريعة وفعالة على بعض الأجزاء من الشوارع، التي تعاني من اختناق مروري كبير، وإيجاد حلول لحركة المشاة الآمنة للتخفيف من الإعاقات، وخاصةً على شوارع مركز المدينة التجاري.
- 6- تمّ تحديد مستويات الخدمة باستخدام HCM2000، على شبكة الشوارع الحضرية الشريانية والرئيسية في المدينة، وقد سجلت الشوارع (أبو فراس الحمداني، أنطاكية، القوتلي، عمر بن الخطاب، علي بن أبي طالب، القدس، المغرب العربي، 8 آذار)، مستويات متدنية من الخدمة، وخاصةً في ساعات الذروة أثناء الظهر وفترة ما بعد الظهر، الأمر الذي ينعكس سلباً على حركة سيارات الإسعاف باتجاه المشفى الوطني من كافة اتجاهات المدينة.
- 7- أهمية دراسة تأثير التقاطعات على مستويات الخدمة، والتي تمكنا من دراسة الازدحام على قطاعات جزئية من الشوارع، وإيجاد حلول مناسبة لتحسين أداء الحركة عليها، ودراسة تأثير حركة المشاة.
- 8- الاستعانة بالأجهزة الحديثة لمراقبة المرور ولأخذ قيم للغزات، للحصول على عينات من البيانات أكثر دقة، وبهدف خلق قاعدة بيانات هامة، تساعد مستقبلاً في وضع نظام نقل ذكي للمدينة.

**References:**

1. *High capacity manual 2000, chapter 15, urban streets, transportation research board, USA, 2000.*
2. Michael G. McNally, James E. Marca, Craig R. Rindt Angela M. Koos *GPS/GIS Technologies for Traffic Surveillance and Management: A Testbed Implementation Study, 2002.*
3. I. I. T. Bombay, Mumbai, *GPS-GIS integrated systems for transportation engineering, Department of Civil Engineering -400 076, 2009.*
4. Ardeshir Faghri & Khaled Hamad, *Application of GPS in Traffic Management Systems, 2002.*
5. Shilpa Mallem, Ardeshir Faghri , Reza Taromi , Tracy Deliberty, *Utilization of GPS Travel Time and Delay Data for Optimal Routing, 2009.*
6. I. T. Bombay, Mumbai-*GPS-GIS integrated systems for transportation engineering, Department of Civil Engineering I. 400 076, 2009.*
7. Prasanta Kumar Bhuyan, K. V. Krishna Rao, *Defining level of service criteria of urban streets in Indian contex, 2011.*
8. Prof. Dr. Basim Jrew, Dr. Majed Msallam, Eng. Mosab Naser *Analysis Evaluation and Improvement the Level of Service of Two-Lane Highways in Jordan- (Case Study/Jordan), 2016.*
9. Tamim M Alnasser, *Travel Time Reliability Estimation using GPS and GIS Integration, 2017.*
10. *TRAVEL TIME DATA COLLECTION, DEPARTMENT OF CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, 2008.*
11. Andrew P. Tarko, Rafael I. Perez-Cartagena, *VARIABILITY OF A PEAK HOUR FACTOR AT INTERSECTIONS, 2005.*
12. Michael P. Hunter, Seung Kook Wu, Hoe Kyoung Kim *Practical Procedure to Collect Arterial Travel Time Data Using GPS Instrumented Test Vehicles, 2006.*
13. John J.J.S. Sia, Dr. Prakash Ranjitkar, *Travel Time and Delay Study of Arterial Roads using GPS Instrumented Vehicle, 2009.*
14. Ashish Kumar Patnaik - Prasanta Kumar Bhuyan- K.V. Krishna Rao, *Divisive Analysis (DIANA) of hierarchical clustering and GPS data for level of service criteria of urban streets, 2016.*
15. Krishna Saw, Aathira K. Das, Bhimaji K. Katti, Gaurang J. Joshi *Travel Time Estimation Modelling under Heterogeneous Traffic: A Case Study of Urban Traffic Corridor in Surat, India, 2018.*
16. Reigna Jewel Ritz M, Jose Regin F. REGIDOR, *A Study on Travel Time and Delay Survey and Traffic Data Analysis and Visualization Methodology, 2011.*
17. Robin Babit, Viranta Sharma, Ajay K. Duggal, *LEVEL OF SERVICE CONCEPT IN URBAN ROADS, 2011.*
18. Cesar A. Quiroga, Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College, *An Integrated GPS-GIS Methodology for Performing Travel Time Studies, 1997*